

# COMPACTRIO MODULE FOR SERVOMOTOR CONTROL

**Daniel Macek**

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xmacek23@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Libor Veselý

E-mail: veselyl@feec.vutbr.cz

**Abstract:** The paper deals with the design of a user card for the National Instruments CompactRIO platform. The proposed module allows control of servomotors such as BLDC or PMSM, with the possibility of being connected as a feedback sensor or a mains probe. The article describes the principle of functioning of the module together with the description of selected basic components.

**Keywords:** CompactRIO, NI, PMSM, BLDC motor

## 1 ÚVOD

Servomotory jsou v dnešní době používány stále častěji. Především je lze nalézt v použití, kde je potřeba přesných polohovacích prací jako například v CNC strojích. Ovšem pro výuku studentů je vhodné se nejprve zaměřit na naučení řízení servomotoru. Především z tohoto důvodu vznikl požadavek na výrobu modulu pro měřicí a řídicí systém společnosti National Instruments CompactRIO.

Požadavky na modul byly především, aby byl schopen řídit dva typy motorů, Synchronní motor s permanentními magnety (PMSM) a nebo Stejnoseměrný bezkartáčový motor (BLDC). Napájecí napětí těchto motorů má být volitelné mezi hodnotami 12, 24 a 36 Voltů. Dalším požadavkem je možnost připojení zpětné vazby a to jak z optického inkrementálního rotačního snímače, nebo z hallových snímačů.

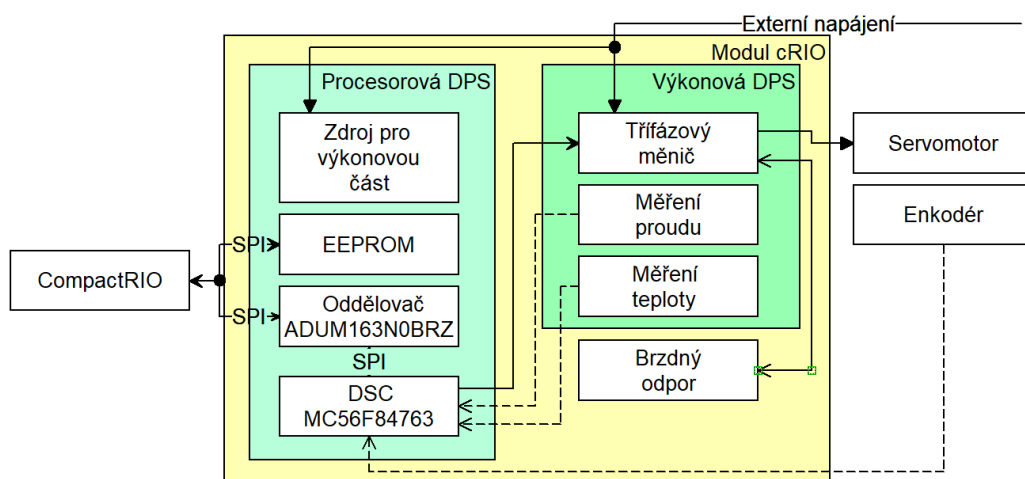
## 2 NÁVRH MODULU

Výroba uživatelských modulových karet pro měřicí zařízení CompactRIO je umožněna uživatelům po zakoupení datového balíku firmy National Instruments pro prostředí LabVIEW. Jedná se o balík CompactRIO Module Development Kit s firemním označením NI cRIO-9951 (MDK). Tento balík přidává rozšířené možnosti komunikace s vytvářenými moduly. Součástí balíku jsou i hardwarové a softwarové specifikace, které je nutno dodržet. Z hardwarových požadavků to jsou především rozměry desek plošných spojů, zapojení konektorů, doporučené součástky. Softwarová část pak popisuje protokoly komunikací, režimy modulů a přechody mezi jednotlivými režimy.

## 3 MODUL CRIO DM-0666

Vzhledem k velikosti zásuvných modulů CompactRIO jsou možnosti návrhu značně prostorově omezené. Ovšem povedlo se po hardwarové stránce oddělit procesorovou část modulu od výkonové části, což v případě poruchy některé z části desky umožňuje rychlou výměnu.

Funkcí modulu je tedy zpracovávat data a následně je mít k dispozici pro CompactRIO, které si vyčítá data o poloze a rychlosti motoru. A následně za pomoci získaných dat upravuje nastavení PWM modulace pro řízení motoru. Blokové schéma modulu je možné vidět na obrázku 1.



**Obrázek 1:** Blokové schéma cRIO modulu DM-0666

### 3.1 PROCESOROVÁ DPS

Procesorová deska plošných spojů spojuje modul se zařízením CompactRIO pomocí patnácti pinového D-SUB konektoru. Pro účely identifikace karty je nutné použít EEPROM paměť. Použitá paměť nese označení M95080-WMN6P. Paměť pracuje s komunikačním rozhraním SPI. Jak již bylo zmíněno za pomoci MDK lze získat k této paměti přístup a pomocí rozhraní vytvořeném v programovém prostředí LabVIEW ji lze i naprogramovat. Do paměti lze mimo identifikačního bloku zapsat také kalibrační data pro kartu případně ji lze ve volném paměťovém prostoru používat pro funkci karty.

Hlavním prvkem karty je digitální signálový kontrolér (DSC) firmy NXP M56F84763. DSC bylo vybráno pro rozsáhlý počet periférií tak, aby nebylo nutné používat velké množství součástek, především z pohledu složitosti a rozsáhlosti DPS. DSC pak řídí PWM pro výkonové drivery, které budou popsány dále. Převádí analogové hodnoty výstupních proudů a čidla teploty na digitální. Získávání polohy a rychlosti natočení rotoru motoru je vyhodnocováno za pomoci čítačů v režimu kvadrurního dekodéru.

Dále DSC slouží pro komunikaci s programovatelným hradlovým polem uvnitř CompactRIA. Komunikace je zajištěna pomocí sběrnice SPI. DSC je potom připojen jako slave zařízení na sběrnici. Vzhledem k tomu, že CompactRIO disponuje pouze jedním výběrovým pinem (CS), je nutné využít vhodné logické funkce v závislosti na aktuálním režimu komunikace mezi CompactRIO, EEPROM a procesorem.

Z hardwarových specifikací je dále potřeba galvanicky oddělit modul od CompactRIA. To je zajištěno pomocí oddělovače ADUM163N0BRZ, který je vhodný pro SPI komunikaci a vyhovuje rychlostním limitům. Oddělení napájecího napětí je provedeno pomocí měniče AM1LS-NZ. Referenční napětí pro AD převodník zajišťuje obvod MCP1501-33, která na svém výstupu udržuje hodnotu 3,3V s přesností 0,1%. Procesorová deska obsahuje i měnič externího napájení A8498SLJ-T. Jedná se o step-down měnič, kde na jeho vstupu může být až 50V. Obvod je použit pro napájení výkonových driverů na výkonové desce.

### 3.2 VÝKONOVÁ DPS

Výkonová deska plošných spojů nese standardní třífázový tranzistorový měnič obsahující tranzistory BSC028N06LS3, pro které byl kladen důraz na co nejmenší výkonové ztráty. Měnič je řízen za pomoci výkonových driverů LM5101, které slouží především pro oddělení procesoru od měniče.

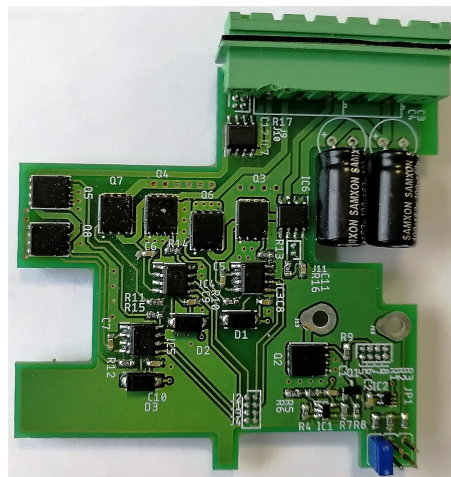
Měnič obsahuje i brzdňý odpor spínaný pomocí výkonového tranzistoru BSC109N10NS3, který je řízen komparátorem LMV331. Komparátor pak porovnává napětí na externím napájení vůči referenčnímu napětí. Pro správnou funkci komparátoru je pak nutno zvolit vhodný rozsah napájecího napětí za pomoci propojky na hraně desky. Měření výstupních proudů je zajištěno za pomoci proudového snímače ACS711 pracujícím na principu Hallova jevu. Deska disponuje i snímačem teploty MCP9701, který v případě dosažení nastavené teploty modulu odstaví třífázový měnič z provozu.

#### 4 USPOŘÁDÁNÍ DPS V MODULU CRIO

Na obrázcích 2 a 3 je možné vidět procesorovou a výkonovou DPS, které spolu po zasazení desek do sebe tvoří sendvičovou strukturu. Topný odpor, který vyzařuje přebytečnou energii ve formě tepla při brzdění motoru, je potom nalepen na samotné šasi modulu a připojen za pomoci šroubovacích ok k výkonové desce.



Obrázek 2: Procesorová DPS.



Obrázek 3: Výkonová DPS

#### 5 ZÁVĚR

Příspěvek shrnuje návrh uživatelského modulu DM-0666. V době psaní této práce byl vytvořen funkční prototyp procesorové DPS. Na obrázku 2 je potom možné vidět výslednou procesorovou DPS vlevo, spolu s výkonovou DPS, kterou je možno vidět na obrázku 3. Navržený modulový prototyp platformy firmy National Instruments CompactRIO byl konstruován tak, aby jej bylo možné použít pro řízení servomotorů s frekvencí PWM 40kHz. Řídící algoritmy budou naprogramovány v prostředí LabVIEW s využitím FPGA pro výpočet algoritmů.

#### REFERENCE

- [1] PIVNIČKA, MARTIN. *UŽIVATELSKÉ MĚŘICÍ MODULY PRO PLATFORMU CRIO*. Brno, 2015. Diplomová práce. VUT Brno.
- [2] *Elektrické pohony a jejich řízení*. 3. přepracované vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2016. ISBN 978-80-01-06007-0.
- [3] NI CRIO-9951. *CRIO\_MDK\_Software\_User\_Manual*. 1. Austin (Texas): National Instruments, 2011.
- [4] *CRIO\_MDK\_Hardware\_User\_Manual: NI cRIO-9951*. 1. Austin (Texas): National Instruments, 2011.